

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-176210

(43)Date of publication of application : 21.06.2002

(51)Int.CI.

H01L 43/00  
G01R 33/02  
G11B 5/33  
H01F 10/06

(21)Application number : 2000-375397

(71)Applicant : ALPS ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 11.12.2000

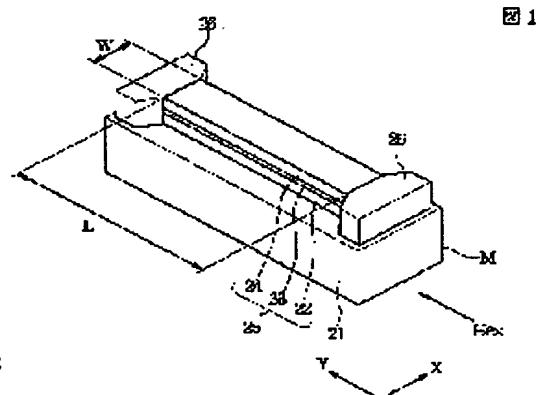
(72)Inventor : NAKABAYASHI AKIRA

## (54) MAGNETO-IMPEDANCE EFFECT ELEMENT AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce resistance and power consumption in a magneto-impedance effect element and to obtain efficient change in the output voltage even if a drive voltage is low, by constructing a magneto-sensitive section in such a manner that a soft magnetic section is brought into contact with a conductive section having specific resistance lower than that of the soft magnetic section.

**SOLUTION:** A magneto-sensitive section 25 is formed by alternately stacking soft magnetic thin films 22, 24 and a conductive thin film 23. When an alternating drive current is supplied to the section 25, the current is divided into currents flowing through the films 22, 24 and a current flowing through the film 23. As a result, the DC resistance in the section 25 is decreased when the alternating drive current flows, thereby reducing the power consumption in the element.



(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 公開特許公報 (A)	(11)特許出願公開番号 特開2002-176210 (P2002-176210A)
(22) 出願日 平成12年12月11日(2000.12.11)	(21)出願番号 特願2000-375397(P2000-375397)	(71)出願人 (00010068 アルプス電気株式会社 東京都大田区蒲田大森町1番7号 中林 芳 東京都大田区蒲田大森町1番7号 アルブ ス電気株式会社内 (74)代理人 10008563 弁護士 野々山 周夫 Fチーム(参考) 20017 AM02 A007 A019 A046 A047 A059 A063 EE049 AM01 AM01 BA18 G002 G001
(5) (1)Int.Cl. H01L 43/00 G 01 R 33/02 G 11 B 5/33 H 01 F 10/06	(1)発明記述 発明記述号 F 1 H 01 L 43/00 G 01 R 33/02 G 11 B 5/33 H 01 F 10/06	(2)特許請求の範囲 【請求項1】 非磁性材料からなる基板上に、磁気インピーダンス効果素子、前記感磁性体部と、前記感磁部に駆動交渉電流を与える電極部とが設けられた磁気インピーダンス効果素子において、各感磁区において感磁モーメントの素子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較したとき

(5) (2)特許請求の範囲 【請求項2】 前記感磁性体部は、軟磁性体部と、前記導電体部とが交互に積層している請求項1記載の磁気インピーダンス効果素子。
(5) (3)特許請求の範囲 【請求項3】 番上層と最下層が前記軟磁性体部であり、前記最上層と前記最下層の軟磁性体部が、少なくとも素子幅方向の端部において磁束密度に合さずして接する請求項2記載の磁気インピーダンス効果素子。
(5) (4)特許請求の範囲 【請求項4】 前記感磁部の上面の素子幅寸法が、前記感磁部の底面の素子幅寸法よりも短い請求項1ないし3のいずれかに記載の磁気インピーダンス効果素子。
(5) (5)特許請求の範囲 【請求項5】 前記感磁部は、前記感磁部の底面から離れて、素子幅寸法が徐々に短くなる傾向があり、記載の磁気インピーダンス効果素子。
(5) (6)特許請求の範囲 【請求項6】 前記感磁性体部と導電体部とが絶縁せず、前記感磁部と導電体部との間に直接電流が前記導電体部のみに流される請求項1ないし5のいずれかに記載の磁気インピーダンス効果素子。
(5) (7)特許請求の範囲 【請求項7】 駆動交流電流が与えられている前記感磁部の素子長手方向に外部世界を附加したときに、前記感磁部の両端からの出力電圧を最大とする前記外部世界の大きさの絶対値が400(A/m)以下である請求項1ないし6のいずれかに記載の磁気インピーダンス効果素子。
(5) (8)特許請求の範囲 【請求項8】 前記感磁部の両端からの出力電圧を最大とする前記外部世界の大きさの絶対値が320(A/m)以下である請求項7に記載の磁気インピーダンス効果素子。
(5) (9)特許請求の範囲 【請求項9】 前記感磁部の両端からの出力電圧を最大とする前記外部世界の大きさの絶対値が160(A/m)以下である請求項7に記載の磁気インピーダンス効果素子。
(5) (10)特許請求の範囲 【請求項10】 前記感磁部の素子幅Wと素子長さLの比(アスペクト比)W/Lが、0.1以下である請求項1ないし8のいずれかに記載の磁気インピーダンス効果素子。

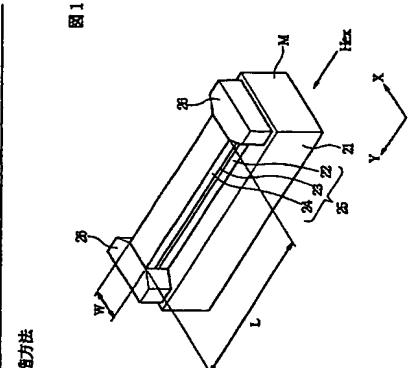
項10に記載の磁気インピーダンス効果素子。  
【請求項13】 前記軟磁性体部は、單磁区構造ないば  
多磁区構造を有し、各磁区において感磁モーメントの素  
子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較したとき  
に、前記素子長手方向の成分の方が大きい磁区の総面積  
と、前記素子幅方向の成分の方が大きい磁区の総面積と  
が等しい請求項1ないし12のいずれかに記載の磁気イン  
ピーダンス効果素子。  
【請求項14】 前記軟磁性体部は、單磁区構造ないば  
多磁区構造を有し、各磁区において感磁モーメントの素  
子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較したとき  
に、前記素子長手方向の成分の方が大きい磁区の総面積  
が、前記素子幅方向の成分の方が大きい磁区の総面積よ  
り大きい請求項1ないし12のいずれかに記載の磁気イン  
ピーダンス効果素子。

【請求項15】 前記感磁部の素子長手方向と平行な方  
向にバイアス磁界を印加する特性を有する請求項1な  
いし14のいずれかに記載の磁気インピーダンス効果素  
子。

【請求項16】 前記軟磁性体部は、組成式が $F_{\text{eff}} = M_{\text{J}}(O)$ で表され、アモルファス構造を主体とした軟磁晶軟  
磁性体構造である請求項1ないし15のいずれかに記  
載の磁気インピーダンス効果素子。ただし、Mは、T  
i、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Wと希土類元素から  
選ばれる1種あるいは2種以上の元素であり、h、i、  
jは0.1%で、4.5%と70、5%と30、10%  
 $i \leq 4.0, h+i+j = 1.00$ の関係を満足するもので  
ある。

【請求項17】 前記軟磁性体部は、組成式が $T_{\text{eff}} = M_{\text{J}}(X, Y, Z, O_m)$ で表される軟磁晶軟磁性体構造で  
ある請求項1ないし15のいずれかに記載の磁気インピ  
ーダンス効果素子。ただし、元素Tは、Fe、Niのう  
ちどちらか一方あるいは両方を含む元素であり、Xは、  
Au、Ag、Cu、Ru、Rh、Os、Ir、Pt、P  
dから選ばれる1種または2種以上の元素であり、相  
成比は、cが、0.05と0.7、x、y、z、wは0.1  
%で、3.5と30、0.5と20、7とwと4.0、2  
0.5とz+wと60の関係を満足し、残部がxであ  
る。

【請求項18】 前記軟磁性体部は、組成式が $T_{\text{eff}} = 100 - d + e - f \times d M_{\text{J}} Z / T_{\text{eff}}$ で表され、 $b_{\text{co}} - F_{\text{e}} - b$   
 $c - F_{\text{e}} - C_{\text{o}} - b_{\text{co}} - C_{\text{o}}$ の組合せは2種以上の  
純晶粒を主体とした軟磁晶軟磁性体合金薄膜である請求項  
1ないし16のいずれかに記載の磁気インピーダンス効  
果素子。ただし、元素Tは、Fe、Coのうちどちらか  
一方あるいは両方を含む元素であり、元素Xは、Si、  
Alのうちどちらか一方あるいは両方を含む元素であ  
る。



(5) (4) 明細の名称 磁気インピーダンス効果素子およびその製造方法

(5) (7) [要約] 従来の磁気インピーダンス効果素子は、直流  
抵抗値が高く、消費電力が大きかった。  
【解決手段】 感磁部2.5を軟磁性薄膜2.2、2.4と導  
電性薄膜2.3とが交互に積層されたものとして形成す  
る。感磁部2.5に駆動交流電流が与えられたときに、こ  
の駆動交流電流は軟磁性薄膜2.2、2.4内を前れる電流  
と導電性薄膜2.3内を前れる電流とに分れて流れれる。  
その結果、前記駆動交流電流が流れるとときの感磁部2.5の  
電流抵抗値が低くなり、磁気インピーダンス効果素子の  
消費電力を小さくすることができます。

(5) (8) [要約] 従来の磁気インピーダンス効果素子は、直流  
抵抗値が高く、消費電力が大きかった。  
【解決手段】 感磁部2.5を軟磁性薄膜2.2、2.4と導  
電性薄膜2.3とが交互に積層されたものとして形成す  
る。感磁部2.5に駆動交流電流が与えられたときに、こ  
の駆動交流電流は軟磁性薄膜2.2、2.4内を前れる電流  
と導電性薄膜2.3内を前れる電流とに分れて流れれる。  
その結果、前記駆動交流電流が流れるとときの感磁部2.5の  
電流抵抗値が低くなり、磁気インピーダンス効果素子の  
消費電力を小さくすることができます。

【請求項11】 前記感磁部の素子幅Wと素子長さLの  
比(アスペクト比)W/Lが、0.1以下である請求項  
1ないし8のいずれかに記載の磁気インピーダンス効  
果素子。  
【請求項12】 前記感磁部の素子幅Wと素子長さLの  
比(アスペクト比)W/Lが、0.03以下である請求  
項10に記載の磁気インピーダンス効果素子。  
【請求項13】 前記感磁部の素子長手方向と平行な方  
向にバイアス磁界を印加する特性を有する請求項1な  
いし14のいずれかに記載の磁気インピーダンス効果素  
子。

【請求項14】 前記感磁部の素子長手方向と平行な方  
向にバイアス磁界を印加する特性を有する請求項1な  
いし14のいずれかに記載の磁気インピーダンス効果素  
子。



果素及びその製造方法に関する。

[0002]

【発明の技術】近年、情報機器、計測機器、駆動機器などの急速な発展に伴って、従来の磁束挿出型のものよりも小型化・高密度且つ高遮蔽率性とし、前記感磁部を、駆動機器などは感磁部から離れることが好ましく、より好ましくは、前記感磁部の両端からの出力電圧を最大とする前記外部磁界との大きさとの絶対値が3.20(A/m)以下であること

電圧が低いとき充分な出力電圧の変化量を得ることができなかった。その結果、磁界に対する光分な出力電圧を得ることができず、磁界は出力電圧が小さくなるという問題が生じていた。

[0009] 本発明は、上記従来の課題を解決するためのものであり、前記感磁部と駆動機器と前記感磁性体部および比抵抗の低い導電性材料とが接しているものとすることにより、磁気インピーダンス効果素子が抵抗越れを小さくして、消費電力を低くでき、かつ駆動電圧が低いときでも充分な出力電圧の変化量を得ることのできる磁気インピーダンス効果素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

[0010]

【課題を解決するための手段】本発明は、非導性材料からなる基板上に、磁気インピーダンス効果素子を有する感磁部と、前記感磁部に駆動交流電流を与えるための電源部とが設けられた磁気インピーダンス効果素子において、前記感磁部は、軟性材料で形成された駆動機器部、前記駆動機器部よりも比抵抗の低い導電性材料部と有し、前記駆動機器部と前記導電性材料部とが、少なくとも部分的に接していることと特徴とするものである。

[0011]

前記感磁部が、前記駆動機器部と前記感磁性体部とが接した構造を有していると、前記感磁部に駆動交流電流が与えられたときに、この駆動交流電流は前記駆動機器部内を流れる電流と前記導電性材料部内を流れる電流とに分れて流れれる。その結果、前記駆動交流電流が流れるとときの前記感磁部の直通抵抗が低くなり、磁気インピーダンス効果素子の消費電力を小さくすることができます。

[0012] また、本発明では、前記感磁部が、前記感磁部の高い前記駆動機器部と導電率の高い前記導電性材料部とが接した構造を有しているために、前記感磁部内部を流れる駆動交流電流の表面厚さが薄くなり、誘導抵抗が高くならない大きな磁気インピーダンス効果を発生させることができ、低駆動電圧であっても磁界に対する光分な出力電圧の変化量を得ることができます。

[0013] 本発明の磁気インピーダンス効果素子では、前記感磁部を、前記駆動機器部と前記導電性材料部とが文互に積層しているものとすることができる。

[0014]

【発明が解決しようとする課題】従来の磁気インピーダンス効果素子では、感磁部12が導電率の軟性材料からなっている。駆動交流電流は、感磁部12の中を流れること。

[0007]

【発明が解決しようとする課題】従来の磁気インピーダンス効果素子は、比抵抗の高い材料によって形成されることが多い、直流電流損失が大きくなる傾向があった。また、軟性性材料が比抵抗の高い材料によって形成されると、駆動交流電流が流れるとときの表面厚が厚くなってしま流速が遅くなる。そこで、前記感磁部の上面の素子幅方向寸法と、前記感磁部の底面の素子幅方向寸法により短くすると、駆動力を分散でき、前記感磁部が基板から剥がれることを防止でき、また

た、前記感磁部を安定した形状に維持できる。例えば、前記感磁部と、駆動機器部の裏面から離れるにつれて、素子幅方向寸法が徐々に短くなるものとして形成することができる。

[0016] また、前記感磁部と駆動機器部との間に接続層によって電気的に絶縁され、前記駆動交流電流が前記駆動機器部のみに流されることが好ましい。

[0017] 前記駆動交流電流は、前記駆動機器部と駆動機器部との間に接続され、前記駆動交流電流が前記駆動機器部の外に流されることが好ましい。

[0018] また、本発明では、前記感磁部の素子幅Wが、0.1以降の素子長さLの比(アスペクト比)W/Lが、0.1以下であることが好ましい。

[0019] 本発明者は、磁気インピーダンス効果素子と素子幅方向寸法を形成するときに、前記感磁部の素子幅Wと素子長さLの比(アスペクト比)W/Lを小さくしていくと、駆動効率が強く現れる。このとき、前記感磁部の素子幅W、素子長さL、比抵抗ρ、駆動周波数ω、素子幅方向の透磁率μと前記感磁部のインピーダンスの大きさ|Z|との間にには、次の(数1)によつて示されるので、駆動効率が強く向上することを見出した。

[0029]

(数1)  $|Z| = \left( \frac{L\sqrt{\rho\omega}}{2W} \right) \sqrt{\mu}$

(数1)から、前記感磁部の素子幅W、素子長さL、比抵抗ρ、駆動周波数ωを一定としたとき、前記感磁部のインピーダンスの大きさ|Z|は、素子幅方向の透磁率μの1/2乗に比例することがわかる。素子長さ方向に交流電流が与えられ、素子幅方向に励磁されると同時に、前記感磁部からへの出力電圧の変化率が最大化となる。従つて、前記感磁部からの出力電圧を増やすには、前記感磁部の素子長さ方向に励磁されると同時に、前記感磁部の外側世界の大きさが0付近であるときの、出力電圧の変化率が大きくなる。したがつて、感磁部に与えられるハイパス効果が小さくなつて変化するためであることが知られている。

[0020] 本発明では、前記感磁部の素子長さ方向に駆動交流電流が与えられると同時に、前記感磁部の外側世界の大きさが0付近であるときの、出力電圧を最大とする前記感磁部の透磁率を増やすことで、ハイパス効果として用いることが可能になる。

[0021] また、ハイパス世界を前記感磁部の周囲に巻き回す場合でも、前記コイルの巻き数を増やすことで、ハイパス世界を発生する世界を、感磁部からなる磁性材料からなる磁性体から発生する世界と、ハイパス世界として用いることが可能になる。

[0022] また、前記感磁部は、前記感磁部の高い前記駆動機器部と導電率の高い前記導電性材料部とが接した構造を有しているために、前記感磁部内部を流れる駆動交流電流の表面厚さが薄くなり、誘導抵抗が高くならない大きな磁気インピーダンス効果を発生させることができ、低駆動電圧であっても磁界に対する光分な出力電圧の変化量を得ることができます。

[0023] また、磁気インピーダンス効果素子を抽出ヘッドや駆動感磁界検出器に適用する際に必要な小型化も容易になる。

[0024] さらに、前記バイアス世界を発生させたために前記コイルに与える直流電流も小さくすることだけで、磁気インピーダンス効果素子の省電力化も容易になる。

[0025] また、前記感磁部の素子幅Wと素子長さLの比(アスペクト比)W/Lが小さくなる。すなわち、前記感磁部の両端から引き出される出力電圧の大きさの変化が大きくなり、駆動効率が強くなる。このとき、前記感磁部の素子長さLの比(アスペクト比)W/Lが、0.03以下であることがある。

[0032] なお、前記感磁部の素子長さLと素子幅Wに形成される場合には、前記感磁部の素子長手方向に向いた部位の長さの総和が素子長さLとなる。このときの

素子長手方向とは、前記感磁部の中のものと長い直線部分の延長方向であり、駆動交流電流によって発生する磁界の動出方向に対して垂直な方向に一致する。

【0033】また、本発明では、前記軟磁性体部は、单出区構成式より多出区構成式を有し、各出区において磁気モーメントの素子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較したときに、前記素子長手方向の成分の方が大きい出区の総面積が、前記素子幅方向の成分の方が大きい出区の総面積と等しいことが好みしい。

【0034】前記軟磁性体部が、单出区構成式では多出区構造を有し、各出区において磁気モーメントの素子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較したときに、前記素子長手方向の成分の方が大きい出区の総面積が等しい。

【0035】前記軟磁性体部が、单出区構成式では多出区構造を有し、各出区において磁気モーメントの素子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較したときに、前記素子長手方向の成分の方が大きい出区の総面積が等しくなっていると、前記軟磁性体部の、全体としての出区構成式の方向がほぼ等方的な状態になる。

【0036】つまり、前記軟磁性体部の出区モーメントがある方向に固定されにくくなり、前記軟磁性体部を有する前記感磁部が交流電流によって駆動されたときに、軟磁性体部の磁気モーメントの方向を変化させやすくなる。すなわち、軟磁性体部の素子幅方向の透磁率 $\mu$ が増加し、前記外部世界を印加しないときに、軟磁性体部の素子幅方向の透磁率 $\mu$ が最大値となる。軟磁性体部の素子幅方向の透磁率 $\mu$ が最大値となるとき、软磁性体部のインビーダンスの大きさ $Z$ が最大となり、前記感磁部の両端からの出力電圧も最大になる。すなわち、前記感磁部の両端からの出力電圧を最大にさせる外部世界の大きさの絶対値が0に近くなる。

【0037】あるいは、本発明では、前記感磁部を構成する軟磁性体部は、单出区構成式や多出区構成式を有し、各出区において磁気モーメントの素子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較したときに、前記素子長手方向の成分の方が大きい出区の総面積が、前記素子幅方向の成分の方が大きい出区の総面積よりも大きいことが好みしい。

【0038】また、前記感磁部の素子長手方向と平行な方向に、前記感磁部の素子長手方向と垂直な方向に、前記感磁部の素子幅方向と平行な方向に、前記感磁部の素子幅方向と垂直な方向にそれぞれ駆動交流電流を供給する。

向を全体としてほぼ等方的な状態にさせることができ、前記感磁部の素子幅方向の透磁率 $\mu$ を最大にさせることができる。さらに前記感磁部の両端からの出力電圧を最大にさせることができる。すなわち、前記感磁部の両端からの出力電圧を最大にさせる外部世界の大きさの絶対値を小さくすることができる。また、bが0.05±0.1の範囲で好ましくない。また、bが0.2±0.05の範囲で好ましくない。また、bが0.1の範囲を越えると、磁束が大きくなるので好ましくない。また、bが0.1の範囲を越えると、磁束が大きくなるので好ましくない。また、bが0.2±0.05の範囲で好ましくない。また、bが0.1の範囲を越えると、非晶質化が困難になり好ましくない。また、x×3.6の範囲を超えると、非晶質化が困難になり好ましくない。また、x×3.5であると磁気特性が劣化するので好ましくない。

【0039】また、本発明では、前記感磁部は、元素Mの軟磁性物質を主材とするものであるとより好ましい。

【0040】前記磁気インピーダンス効果素子の感磁部は、軟磁性特性和導電性を有するものであるとより好ましい。

【0041】また、本発明では、前記感磁部の素子長手方向と素子幅方向の成分と素子幅方向の成分を比較したときに、前記素子長手方向の成分の方が大きい出区の総面積が等しい。

【0042】前記軟磁性体部が、このようない性質を備えた複数個性体として形成されるために、前記軟磁性体部が以下に示すような複数個軟磁性合金薄板として形成されることが好ましい。

【0043】前記軟磁性体部が、このようない性質を備えた複数個性体として形成されるために、前記軟磁性体部が以下に示すような複数個軟磁性合金薄板として形成されることが好ましい。

【0044】前記軟磁性体部が、F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>Oで表され、アモルファス構造を主材とした複数個軟磁性合金薄板。

【0045】F<sub>0</sub>は、T<sub>1</sub>、Z<sub>r</sub>、H<sub>1</sub>、V、N<sub>b</sub>、T<sub>a</sub>、W<sub>c</sub>希土類元素から選ばれる1種または2種以上の組成量を有する元素であり、h<sub>i</sub>、j<sub>i</sub>は±1%で、4.5±1.5±0.5±1.0±0.5±3.0、10±1.5±4.0、h<sub>i</sub>+j<sub>i</sub>=1.0の関係を満足するもの。

【0046】F<sub>0</sub>は大きい値と透磁率 $\mu$ を得るために、M<sub>1</sub>はOと比較して、透磁率 $\mu$ が大きい軟磁性合金を得ることができ、h<sub>i</sub>、j<sub>i</sub>が上記範囲を外れると、飽和出区密度 $B_{s1}$ 、比抵抗 $\rho$ 、透磁率 $\mu$ が大きい軟磁性合金を得ることができ、h<sub>i</sub>、j<sub>i</sub>が上記範囲を外れると、軟磁性特性能劣化する。

【0047】前記感磁部の各出区において、磁気モーメントの素子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較したときに、前記素子長手方向の成分の方が大きい出区の総面積が、前記素子幅方向の成分の方が大きい出区の総面積よりも大きいことが好ましい。

【0048】前記感磁部の各出区において、磁気モーメントの素子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較したときに、前記素子長手方向の成分の方が大きい出区の総面積と、前記素子幅方向の成分の方が大きい出区の総面積とが等しい出区の総面積よりも大きい場合においても、前記感磁部を構成する軟磁性体部の磁気異方性の方向を全体として等方的な状態に近い状態における各出区の総面積と、前記素子長手方向の成分の方が大きい出区の総面積とが等しい出区の総面積とが等しい。

【0049】また、前記感磁部の素子長手方向と平行な方向に、前記感磁部の素子長手方向と垂直な方向に、前記感磁部の素子幅方向と平行な方向に、前記感磁部の素子幅方向と垂直な方向にそれぞれ駆動交流電流を供給する。

係を満足するもの。

【0051】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、A<sub>2</sub>はCu、R<sub>2</sub>はRu、R<sub>3</sub>はRh、O<sub>2</sub>はO<sub>1</sub>と同一の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0052】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0053】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0054】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0055】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0056】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0057】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0058】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0059】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0060】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0061】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0062】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0063】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0064】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0065】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0066】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0067】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0068】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0069】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0070】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0.05±0.05、O<sub>1</sub>が0.05±0.05、S<sub>1</sub>が0.05±0.05、I<sub>1</sub>が0.05±0.05、B<sub>1</sub>が0.05±0.05、C<sub>o</sub>が0.05±0.05である。

【0071】前記(F<sub>0</sub>H<sub>1</sub>M<sub>1</sub>O)100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-aC<sub>o</sub>)<sub>b</sub>100-x-y(S<sub>1</sub>I<sub>1</sub>-bB<sub>1</sub>)<sub>c</sub>のX<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>、Z<sub>1</sub>、W<sub>1</sub>、R<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、S<sub>1</sub>、T<sub>1</sub>、P<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>と希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、組成比は、c<sub>1</sub>が0.05±0.05、y<sub>1</sub>が0.05±0.05、z<sub>1</sub>が0.05±0.05、w<sub>1</sub>が0.05±0.05、R<sub>1</sub>が0

〔0066〕あるいは、本発明のガスインヒーリンス効果素子の製造方法は、(d) 非磁性材料からなる基板上に、軟磁性薄膜と前記軟性薄膜よりも被成膜の低い導電性薄膜を交互に成膜する工程と、(e) 前記 (d) の工程によって形成された多層膜を、軟成膜中で熱処理する工程と、(f) 前記多層膜の方向を素子面指向とするように、前記多層膜をバーン形成して感電部を形成する工程と、(g) を有することを特徴とするものである。

〔0067〕なお、前記 (a) または (d) の工程において、前記軟性薄膜を前記 (c) または (e) の工程における軟成膜の方向と同方向の軟成膜中で成膜することができる。

〔0068〕また、前記多層膜の最上層と最下層を前記軟性薄膜とし、前記最上層の軟性薄膜と前記最下層の軟性薄膜とを、少なくとも素子面指向の端面部において成膜的に適合させててもよい。

〔0069〕また、前記多層膜をバーン形成する際に、前記多層膜の上層にフォトオレジストを被覆し、エチケットエッチング法によつて、素子面指向にエッチングするこにより、前記素子指向が底面の素子面指向に対するより短い感電部を形成することが好ましい。

〔0070〕さらに、前記多層膜を形成するときに、前記軟性薄膜と導電性薄膜との間に絕縁層を形成し、前記導電性薄膜の外に接続される電極部を形成する工程を含むことが好ましい。

〔0071〕ガスインヒーリンス効果素子の感電部を、 $1\text{MHz} \sim \text{数百MHz}$  の高周波領域における透過率が高く、出光選定入射小さい軟磁性特性能備えた強磁性体の薄膜として形成するために、前記 (a) または (d) の工程において、前記軟性薄膜を以下に示すような微粒軟性合金薄膜として形成することが好ましい。

〔0072〕組成が、 $(\text{Co}-\text{Fe})_x(\text{Mn}_x\text{Zr}_y\text{O}_z)_w$  モルフ学構造を主成分とした微結晶軟性合金薄膜。

〔0073〕ただし、Mnは、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、Si、P、C、W、B、Al、Gaの元素であり、Feと希土類元素から選ばれる組成は2種以上の元素であり、h、i、jは±1%で、 $4.5 \leq h \leq 7.0$ 、 $5.1 \leq 3.0$ 、 $10 \leq j \leq 4.0$ 、 $h+i+j=100$ の關係を満足するもの。

〔0074〕2. 組成が、 $(\text{Co}-\text{Fe}-\text{Cr})_x(\text{Mn}_x\text{Zr}_y\text{O}_z)_w$  で表される微結晶軟性合金薄膜。ただし、元素Tは、Fe、Niのうちどちらか一方あるいは両方を含む元素であり、元素Mnは、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、Si、P、C、W、B、Al、Gaの元素であり、Xは、Au、Ag、Cu、Pt、Rh、Os、Ir、Pt、Pdから選ばれる1種あるいは2種以上の元素であり、組成は、cが、 $0.5 \leq c \leq 0.7$ 、 $x, y, z, w \leq 0.6$ で、 $3.5 \leq x+z+w \leq 6.0$ の関係を満足し、X部がxであるもの。

[0075] なお、転送性合金は、元素Mの酸化物を多く含有する場合に、元素Mのアルファア相に、Coと元素Tを主体とするβ相に、さらに微細晶相は、元素Mの酸化物を含んだ構造を有するものであるとより好ましい。

[0076] 3. 組成式が、 $T-100-d-f-g-xMg-ZrQ$  の形で表され、 $bcc-F$ 、 $bcc-Fe$ 、 $Co$ 、 $bcc-Fe$ 、 $Co$ の1種または2種以上の結晶相を主体とした微細晶相を含む。

[0077] ただし、元素Tは、 $F$ 、 $C$ のうちどちらか一方あるいは両方を含む元素であり、元素Xは、 $A$ 、 $I$ のうちどちらか一方あるいは両方を含む元素であり、元素Mは、 $Ti$ 、 $Zr$ 、 $Hf$ 、 $V$ 、 $Nb$ 、 $T$ 、 $W$ から選ばれる1種または2種以上の元素であり、元素Zは、 $C$ 、 $N$ のうちどちらか一方あるいは両方を含む元素であり、元素Yは、 $Al$ 、 $Si$ 、 $Mn$ 、 $Cr$ 、 $Mo$ 、 $W$ から選ばれる1種または2種以上の元素である。

(0078) 4. 組成が、 $T_{100-p}M_pFe_2S_1$  または  $T_{100-p}M_pFe_2S_1$  で表され、 $bcc-C$  または  $Fe-C$  の構造を有する。

0000084】ただし、a、b、cはa=7%で、7.8≤a≤9.1、0.5≤b/c≤0.8の関係を満足するも。【0000085】また、本発明の塗装インビーダンス式効果素アモルファス構造を主体とした非晶質軟性合金薄。

[0086] なお、前記 (h) 及び (j) の工程において、前記軟性導電性樹脂との間に絶縁層を形成し、また、前記 (i) の工程の後に、前記導電性導線のみに接続される電極部を形成することを好ましい。

[0087] また、前記 (a)、前記 (d) または前記 (g) の工程において、前記軟性導電性樹脂または前記軟性導電性樹脂と前記導電性導線との間に絶縁層を形成し、また、前記 (i) の工程の後に、前記導電性導線のみに接続される電極部を形成することを好ましい。

[0088] また、磁気インピーダンス効果素子の形成後、前記起磁部の素子長手方向に、駆動交流電流を与えて、あるいは両方を含む元素であり、組成比を表す<sup>a</sup>、  
 $b_1 = 0.05 \pm 0.1$ 、 $0.25 \pm 0.8$ であ  
 $x$ 、 $y$ は $a = 6\%$ で $1.0 \leq x \leq 3.5$ 、 $0.5 \leq y \leq 7$ の範  
<sup>a</sup> 質量を満足するものである。

〔明治の実施の形態〕 図1は、本発明の第1の実施の形態の電極部の構成図である。図1の電極部は、〔0092〕 図1の磁気インピーダンス効果素子Mは、最長さLの比(アスペクト比) W/Lを設定して前記感磁部をハーン形成することが好ましい。  
 〔以下に記述することが好ましい。〕  
 〔0091〕

[0093] なお、図1では、電極部26、26が感電部2部の素子長手方向に形成されているが、電極部25は感電部26、26とは、軟性性質部24の上面の両端部附近上にこいなどの導電性材料を積層して形成されてもよい。

[10095] ここで、繊子長手方向は、駆動文波電流によって発生する界磁の面出方向に対して垂直な方向に一様化される。

[10096] また、感電部25がU字型やY字型から折れ形状で形成されているときは、感電部の中のもつとも長い部分の延長方向が繊子長手方向となり、この方向が駆動文波電流によって発生する界磁方向に対して一致する。

【0097】なお、感温部25上に、絶縁材料からなる保護層が形成されており、軟性樹脂層22、24は、  
例えは、組成式が  $F_71.4A\ 1.5S\ 11.1H\ 13.3C$   
 $4.5R\ U1.9\ (at\ 96)$  で表される、 $b_c - c - F_e$  の結晶  
転写を主軸とし、 $b_c - c - F_e$  の周間に  $H\ A\ C$  の結晶転写が  
平均結晶粒径5~30nmの微結晶軟性合金  
層である。

【0098】この組成以外の  $T-X-M-Z-Q$  系（元  
素Tは、Fe、Coのうちどちらか一方あるいは両方を  
含む）の組成においても、 $b_c - c - F_e$  の結晶  
転写を主軸とし、 $b_c - c - F_e$  の周間に  $H\ A\ C$  の結晶転写が  
平均結晶粒径5~30nmの微結晶軟性合金  
層である。

元素Mは、 $T_1$ 、 $Zr$ 、 $Ru$ 、 $Rh$ 、 $Ni$ 、 $Pd$ 、 $Pt$ 、 $Au$ から選択される。元素Mは、 $T_1$ 、 $Zr$ 、 $Hf$ 、 $V$ 、 $Nb$ 、 $Mo$ から選ばれる1種または2種以上の元素であり、元素Zは、C、Nのうちどちらか一方あるいは両方を含む元素であり、Qは、Cまたは2種以上の元素であり、元素Wは、 $C_60$ と希土類元素からなる平均粒度粒径10~30nmの結晶形の $-Co_3O_4$ とTMの酸化物を含む非晶相からなり、非晶相が組成を有し、 $bcc-FeCo$ 、 $bcc$

る平均結晶粒径 1.0 ~ 3.0 nm の結晶相と M の融和物に  
以  
上を占めている軟質熟成性合金鋼板として、軟鉄性鋼  
材が形成されています。  
【0099】あるいは、Fe-Co-Si-B-M 系  
（M は、Cr、Ru のうちいずれか一方を  
含む元素）、の非晶質熟成性合金鋼板や、Co-Ta-H  
（Ta）系の非晶質熟成性合金鋼板や、Co-Zr-Nb 系の  
非晶質熟成性合金鋼板として、軟鉄性鋼板 2.2、2.4 が  
形成されています。

[0105] 図3は、本発明の第3の実施の形態の歯科用インビーダンス効果累積の断面図である。  
[0106] 図3の歯科用インビーダンス効果累積は、アレミナチタンカーバイドなどの非磁性材料からなる歯根部21上に、軟性生体部である軟性生体部42、導体部43及び導電性樹脂44が層次積層されて形成された歯根部45を有している。本実施の形態では、歯根部45が歯基板21の裏面21aから離れる寸法が約5mmにしてある。歯根部45は、歯基板21の裏面21aに斜めに傾いて配置される。

（10）導電性鋼板 2 / 3は、Cu、Ni、Ti、Cなどの導電性材料により形成される。また、導電性鋼板 2を形成するための材料は、軟磁性鋼板 2と、F、Fe、Coを含む強磁性材料でも構成可能。例えば、Ni、O、Coなどの反強磁性材料であつても、導電性鋼板 2を形成するために、導電性鋼板 2を形成するための材料である。ただし、導電性鋼板 2を形成するための材料であるために、導電性鋼板 2 / 3は、軟磁性鋼板 2 / 2、2 / 4を形成するための材料であるために、導電性鋼板 1 / 10以下の比抵抗の材料であることが好ましい。

[0117] 図6は、本発明の第6の実施の形態の供給部の断面図である。  
インビーダンス効率系素子の断面図である。

[0118] 本発明では、必ずしも、磁歪部の導電性導線が、複数の軟磁性薄鋼によって挟まれて成るべくともよ  
い。

[0119] 例えば、図6のように、アルミニナチタンカーボンハイドロゲルなどの非導電性材料からなる基板21上に、軟鉄  
ハイドロゲルなどの非導電性材料からなる基板21上に、軟鉄  
性測定部7及び導電性導線73のみが層状構造されて形成された部材部74を有した磁歪インビーダンス効率系素  
子でもよい。

[0111] 例えは、図4に示されるように、アルミナの基板21の上面に、歯型性潤滑5、導電性潤滑52及び歯型性潤滑54が形成され、歯型性潤滑52、3、3及び歯型性潤滑53が互いに接觸し、さらに、導電性潤滑5153及び歯型性潤滑54が互いに接觸した構造を有する歯型部56を有する歯型インビーダンス効果素子であつてもよい。

び 7 4 の両端部に、磁極部の素子長手方向 (Y 方向) に駆動交流電流を与えるための電極部が、Cu、Ni、T i、C<sub>i</sub>などの導電性材料により形成される。磁極部 3 5、4 5、6 7、及び 7 4 は、輪扇形形状または環状にパターン形成されている。または、磁極部 3 5、4 6、5 5、6 7、及び 7 4 は、U 字形形状またはジグザグ形に形成されてもよい。

[0121] 磁極部 3 5、4 5、5 5、6 7、及び 7 4 の素子長手方向 (Y 方向) に駆動交流電流を与え、素子輪盤方向 (X 方向) に駆動する。この状態で、外部磁界 H

【0123】図7は、本発明の第7の實施の実施の図である。図7は、前記第6段子方間に印加されるも、断面35、45、55、67、及び74のインピーダンスが変化する。断面部35、45、55、67、及び74のインピーダンスを変化させ、電極部間の電圧の変化として取り出す。  
【0122】なお、断面部35、45、55、67、及び74上に、絶縁材料からなる保護層が形成されてもよい。

図 01-13 図 01-14 本発明の第 5 の実施の形態の送気ダンプ効果要素の基盤部の断面図である。  
図 01-14 本発明は、感温部の感温性構造と導電性構造が何層重ねられていてかわらない。  
図 01-15 研究は、図 05 のように、アルミニナチタンカーバイドなどの非金属材料からなる基板 21 上に、軟性導電性樹脂で封止してある。

〔0124〕 図7及び図8の磁気インピーダンス効果素因である。本素因では、アルミニナチタンカーバイドなどの非導性材料からなる基板21上に、軟磁性膜層81、絶縁性材料からなる導電性膜層82、導電性膜層83、絶縁層84、軟性基板85が順次積層されて感圧部86が形成されている。

〔0125〕 軟磁性膜層81と導電性膜層83は、絶縁層85を介して接続する。

層 8 2) によって電気的に絶縁されている。また、導電性薄膜 8 3) と磁性薄膜 8 5) は、絶縁層 8 4) によって電気的に絶縁されている。

[0-1-6] なお、最上層の軟性測量部 66 と最下層の軟性測量部 62 とが、素子幅方向の端部において磁気的に結合されている。また、感測部 67 が基板 2-1 の裏面 2-1a から離れるにつれて、素子幅方向 (Y 方向) に距離交換量を与えたための素子長手方向 (Y 方向) に距離交換量を与えたための電極部 87、87 が、Cu、Ni、Ti、Crなどの導電性材料により形成される。電極部 87、87 は導電性測量部 81 と電極部 83 とのみ接続されている。軟性性測量部 81 と電

【0117】図6は、本発明の第6の実施の形態の供給気インピーダンス効果素子の断面図である。  
[0117] 図6は、本発明の第6の実施の形態の供給気インピーダンス効果素子の断面図である。図6は、寸法が既々に短くなるものとして形成されてもよい。  
[0118] 図6は、絶縁層B2によって電気的に絶縁されている。また、敷設性樹脂B5と覆層樹脂B7、B8は、絶縁層B4によって電気的に絶縁されている。従つて、堅膜式電流導線B3のみに流される。

[0117] 電気遮断器 B 3 の素子表字方向 (Y 方向) に駆動交流電流を与えると、素子極方向 (X 方向) に駆動交流電流を与えると、素子極方向 (X 方向) に駆動交流電流を与える。この状態で、外部端子 H e x が素子長手方向に印加されると、磁極部 B 6 のインピーダンスが変化する。感

性質薄闊 7 及び導電性薄闊 7 3 のみが優次評議會されて形  
成された熱電部 7 4 を有した熱氣インビーダンス効果素  
子でもよい。

（b） $I_1 = I_2 = 7$  の両端部に、歛出部の累子長手方向（Y方向）に垂直な交流電流を与えるための電極部が、Cu, Ni, Ti, Crなどの導電性材料により形成される。歛出部3は、5, 45, 55, 67, 及び74は、輪長方形形状または輪円形である。また、盤部86は、U字形

状またはジグザグ状に形成されてもよい。  
〔0130〕図9は、磁気インビーダンス効果素子の感  
磁部のアスペクト比と、曲筋接出延度の関係を示すグラ  
フである。図9のグラフでは、感磁部の素子長さを4  
アーチとし、感磁部の幅を4アーチとする場合を基準と  
して、感磁部の幅を4アーチの2倍とした場合のアスペクト  
比を横軸に取ったものである。図9より、アスペクト比が  
4.5、5.5、6.7、及び7.4は、U字形状またはジグザ  
グ状に形成されてもよい。  
〔0121〕感磁部3.5、4.5、5.5、6.7、及び4

mmまでは6mmに固定し、素子幅Wを変えることにより磁極部のアスペクト比W/Lを変化させた。図9から明らかのように、磁極部のアスペクト比W/Lが0.1以下になると、磁気インピーダンス効率素子の世界排出

[0131] なお、蝶番部がリ手型、つづられ状に形成される場合には、前記蝶番部の糸子長手方向を向いた部位の長さの規格が糸子長さとなる。

[図1-2-4] 図7及び図Bの磁気インビーダンス効果素子Mの感度部2のアスペクト比は、 $W/L=0.0$ では、素子幅Wを0.10mm、素子長さLを6mmとして形成されている。このとき、磁気インビーダンス効果素子Mの感度部2のアスペクト比は、 $W/L=0.0$ である。

[0.13-3] 図1に示された磁気インピーダンス効果素子M、素子長さ8mm、アスペクト比が0.017であると、図9のグラフから、約2.5(mV·m/A) (約200(mV/V/s)) ものの感度を有するセンサが得られる。

わかる。

【0134】図10は、出氣インビーダンス効果素子の感圧部のアスペクト比、(W/L)と、感圧部の両端の出力電圧を最大とする外部感圧部の大さきの絶対値(Hp)との関係を示すグラフである。

【0135】図10のグラフから、出氣インビーダンス効果素子の感圧部のアスペクト比、(W/L)を小さくすると、感圧部の両端の出力電圧を最大とする、感圧部の両端からの出力電圧を最大化させている。

【0136】例えば、感圧部の素子長さを4mmまたは6mmに固定し、素子幅を変えることにより感圧部のアスペクト比を変化させている。

【0137】また、感圧部の素子長さを6mmのとき、アスペクト比(W/L)を約0.1以下にすると、感圧部の両端からの出力電圧を最大とする外部感圧部の大さきの絶対値(Hp)の値は、3.20(A/m)(4.0)以下になる。また、感圧部の素子長さが4mmのときも、アスペクト比(W/L)を約0.1以下になると、出力電圧を最大とする外部感圧部の大さきの絶対値(Hp)が、3.20(A/m)(4.0)以下になる。

【0138】また、感圧部の素子長さが6mmのとき、アスペクト比(W/L)を約0.05以下にすると、出力電圧を最大とする外部感圧部の大さきの絶対値(Hp)が1.60(A/m)(2.0)以下になる。

【0139】図11に示された本実施の形態の出氣インビーダンス効果素子Mの感圧部2.5は、素子長さ6mm、アスペクト比が0.017であるので、図10のグラフから、出力電圧を最大とする外部感圧部の大さきの絶対値が、およそ0.24(A/m)(0.30)の範囲にあることがわかる。

【0140】図1の出氣インビーダンス効果素子Mの感圧部2.6、2.6から感圧部2.5の両端部に駆動交流電流を与えた状態で、外部感圧界H0×を、出氣インビーダンス効果素子Mの素子長手方向に印加する。印加した外部感圧界H0×の大きさを変化させつつ、出力電圧Emiを測定すると図11のようなグラフが得られる。

【0141】図1の出氣インビーダンス効果特性を示す概念図は、外部感圧界H0×の大きさがHpあるいはHpであるときの出力電圧Emiの値を示す点を頂点とする双曲形ををしている。また、Hp-Pの絶対値が大きいときはほどんど等しく現れる。このとき、前記感圧部の素子幅W、素子長さし、出力電圧Emiと駆動交流電流の大きさはほどんど等しく現れる。

【0142】図11をみると、外部感圧界H0×の大きさがHpまたはHp-に近づくにつれて、出力電圧Emiの変化が大きくなっている。すなわち、外部感圧界H0×の大きさが大きい感圧部では、前記素子長手方向の成分の方が大きい。图13において、感圧部2.2bの感圧面積

は、图12の感圧部2.2bの感圧面積とほとんど変わらず。

感圧部2.2bの感圧面積は、图12の出区2.2aの感圧面積より減少し、出区2.2aと出区2.2bの感圧面積の差が等しくなっている。すると、軟性性薄膜2.2の全体としての感気層方性的方向がほぼ等方的な状態になる。

【0159】素子長手方向の成分の方が大きい感圧部である出区2.2bの感圧面積と、前記素子幅方向の成分の方が大きい感圧部である出区2.2aの感圧面積が相応するところである。なお、素子幅方向に駆動交流電流が印加されると、外部感圧部の素子長手方向の感気層方性エネルギーがつり合うと、軟性性薄膜2.2は、磁気層方性の方角全体としてほぼ等方的な状態になる。つまり、軟性性薄膜2.2の感気モーメントはある方向に固定されにくくなり、交流電流によって駆動されたときに磁気モーメントの方向を変化させやすくなっている。すなわち、軟性性薄膜2.2の素子幅方向の透通率ηは増加している。

【0160】軟性性薄膜2.2の素子幅方向の透通率ηが大きくなると、出区2.2aの感気モーメントはある方向に固定されると、软性性薄膜2.2のインビーダンス効果素子の特性が印加されると、前記感圧部の素子幅方向の透通率ηが変化し、前記感圧部のインビーダンスの大きさ|Z|が変化する。前記感圧部のインビーダンスの大きさ|Z|の変化を測定することにより、前記感圧部に印加された外部感圧界を検知する。

【0161】アスペクト比W/しが小さくなると、素子幅方向の透通率ηの変化に対するインビーダンスの大きさ|Z|の変化が大きくなる。すなわち、前記感圧部の両端から引き出される出力電圧の大きさの変化が大きくなり、出氣インビーダンス効果素子の世界換出感度が大きくなり、外部感圧界2.2の両端からの出力電圧も最大になる。

【0161】图13では、外部感圧界を印加していないとき、軟性性薄膜2.2は出氣層方性の方向が全体として等方的な状態に近い状態にされている。

【0162】图13は、外部感圧界2.2の素子長手方向に印加されると、软性性薄膜2.2の素子長手方向の透通率ηを印加しないよりも、或いはわずかに外部感圧界H0×を印加するだけで、软性性薄膜2.2の素子長手方向の透通率ηは増加している。

【0163】すなわち、软性性薄膜2.2の両端からの出力電圧Emiを最大にさせることができる。

【0164】软性性薄膜2.2に外部感圧界H0×を印加したときに、软性性薄膜2.2の素子長手方向の透通率ηを最大にするために、软性性薄膜2.2の素子長手方向の透通率ηを最大とする外部感圧界H0×の大きさの絶対値Hpを小さくさせることができるので、软性性薄膜2.2の感気層方性の方向を全体としてほぼ等方的な状態にさせ、软性性薄膜2.2の素子幅方向の透通率ηを最大にさせることが可能である。

【0165】また、本発明の出氣インビーダンス効果素子では、图14に示されるように、素子長手方向の成分方が大きい感圧部である出区2.2bの感気層方性の方向を全体として等方的な状態にせず、各出区において磁気モーメントの素子長手方向の成 分と素子幅方向の成分が釣り合っていない。

【0166】また、本実施の形態の出氣インビーダンス効果素子では、图14において、出区2.2bは、磁気モーメントの素子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較して、出区2.2bの感気層方性の方向が大きい感圧部である出区2.2bの感気層方性の方向を全体として等方的な状態に近い状態にす

ることができる。このとき、前記感圧部の透通率ηと前記感圧部のインビーダンス効果素子と同等の世界換出感度を博ることができる。

【0167】例えば、软性性薄膜2.2のアスペクト比が大きいW2にすることによって、软性性薄膜2.2のアスペクト比を1.0より小さくする。

【0168】图13において、出区2.2bは、磁気モーメントの素子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較して、出区2.2bの感気層方性の方向が大きい感圧部である出区2.2bの感気層方性の方向を全体として等方的な状態に近い状態にす

ることができる。

$$\text{数2} \quad |Z| = \left( \frac{L \sqrt{\rho w}}{2W} \right) \sqrt{\mu}$$

(数2) から、前記感圧部の素子幅W、素子長さし、前記感圧部の透出感度η、外部感圧界H0×の感出感度と感圧部2.5の素子長手方向の透出感度η0、駆動交流電流の透出感度η0と、感圧部2.5と出区2.2bの感面積の差が等しくなる。すると、軟性性薄膜2.2の全体としての感気層方性的方向がほぼ等方的な状態になる。

【0159】素子長手方向の成分の方が大きい感圧部である出区2.2bの感面積と、前記素子幅方向の成分が大きい感圧部である出区2.2aの感面積が相応するところである。なお、素子幅方向に駆動交流電流が印加されると、前記感圧部の素子長手方向の透通率ηが変化し、前記感圧部のインビーダンスの大きさ|Z|が変化する。前記感圧部のインビーダンスの大きさ|Z|の変化を測定することにより、前記感圧部に印加された外部感圧界を検知する。

【0160】アスペクト比W/しが小さくなると、素子幅方向の透通率ηの変化に対するインビーダンスの大きさ|Z|の変化が大きくなる。すなわち、前記感圧部の両端から引き出される出力電圧の大きさの変化が大きくなり、出氣インビーダンス効果素子の世界換出感度が大きくなり、出力電圧も最大になる。

【0161】图13では、外部感圧界を印加していないとき、軟性性薄膜2.2は出氣層方性の方向が全体として等方的な状態に近い状態にされている。

【0162】图13は、外部感圧界2.2の素子長手方向に印加されると、软性性薄膜2.2の素子長手方向の透通率ηを印加しないよりも、或いはわずかに外部感圧界H0×を印加するだけで、软性性薄膜2.2の素子長手方向の透通率ηは増加している。

【0163】すなわち、软性性薄膜2.2の素子幅方向の透通率ηを最大にさせることができる。

【0164】软性性薄膜2.2に外部感圧界H0×を印加したときに、软性性薄膜2.2の感気層方性が与えられている。软性性薄膜2.2に外側感圧界H0×を印加したときに、软性性薄膜2.2の素子長手方向の透通率ηを最大とする外部感圧界H0×を印加してもよい。

【0165】また、本発明の出氣インビーダンス効果素子では、图14に示されるように、素子長手方向の成分方が大きい感圧部である出区2.2bの感気層方性の方向を全体としてほぼ等方的な状態にせず、各出区において磁気モーメントの素子長手方向の成 分と素子幅方向の成分が釣り合っていない。

【0166】また、本実施の形態の出氣インビーダンス効果素子では、图14において、出区2.2bは、磁気モーメントの素子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較して、出区2.2bの感気層方性の方向が大きい感圧部である出区2.2bの感気層方性の方向を全体として等方的な状態に近い状態にす

ることができる。

【0167】例えば、软性性薄膜2.2のアスペクト比が大きいW2にすることによって、软性性薄膜2.2のアスペクト比を1.0より小さくする。

【0168】图13において、出区2.2bは、磁気モーメントの素子長手方向の成分と素子幅方向の成分を比較して、出区2.2bの感気層方性の方向が大きい感圧部である出区2.2bの感気層方性の方向を全体として等方的な状態に近い状態にす

ることができる。

【0169】また、本実施の形態の出氣インビーダンス効果素子では、出区2.2bの感面積と出区2.2aの感面積が等しくなる。すなわち、世界換出感度を、少なくとも出区センサとして実用可能な範囲である0.3(mV·m/A)

(2.5mV/O<sub>2</sub>)以上にすることができる。

[0167]また、感電部2 5の両端からの出力電圧を最大にさせる外部出界の大さきの地対電を小さくさせることができる。

[0168]図15から図17は、本発明の磁気インピーダンス効果素子の構造の形態として、バイアス世界によって与えることのできる磁気インピーダンス効果素子は、[0169]図15の磁気インピーダンス効果素子は、感電部2 1上に軟磁性薄膜9 1、導電性薄膜9 2、軟磁性薄膜9 3からなる感電部9 4が形成され、感電部9 4の素子長手方向の両端部に感電部9 5、9 6が形成され、さらに、感電部9 4の両端部に接触する感電部である感電部9 6、9 6が駆けられたものである。感電部9 6、9 6は、Co/Ptなどの感電部によって形成される。

[0170]感電性薄膜9 6、9 6によって与えることのできるバイアス世界の大きさは、最大で400A/m程度であるが、本実施の形態の磁気インピーダンス効果素子では、感電部9 4の素子長手方向に印加する必要なバイアス世界の大きさを、400(A/m)以下にすることができる。図15のような感電性薄膜9 6、9 6によつて、感電部9 4に十分なバイアス世界をかけることができる。すなわち、バイアス世界を与るために直流電流が流れる巻線コイルを用いなくてすむので、磁気インピーダンス効果素子の小型化・低消費電力を達成できる。

[0171]また、図16に示されるように、感電性薄膜9 6、9 6が、感電部9 4の素子長手方向の両端部に形成され、感電性薄膜9 6、9 6上に電極9 5、9 5が形成されてもよい。

[0172]あるいは、図17に示されるように、感電部9 4の上層及び下層に反強磁性層9 7、9 7を複数し、感電部9 4の軟磁性薄膜9 1、9 3と反強磁性層9 7、9 7との界面に生じる交換異方性界面によって、感電部9 4に必要なバイアス世界を与えることも可能である。

[0173]図18及び図19は、図1の磁気インピーダンス効果素子の製造方法を説明するための斜視図である。

[0174]図18は、アルミニナチタンカーバーバイド、ガラス、セラミック、結晶化ガラスなどの非磁性材料からなる感電部2 1上に、軟磁性薄膜2 2、導電性薄膜2 3及び軟磁性薄膜2 4を順次スパッタ法、蒸着法或いはメッシュ法などによって成膜し、積層した状態を示す斜視図である。

[0175]図18は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Hf<sub>x</sub>C<sub>y</sub>の組成で、組成式がF<sub>0.71</sub>A<sub>1.58</sub>S<sub>1.13</sub>H<sub>1.3</sub>C<sub>4.5</sub>R<sub>1.9</sub>u.1.9で表される、bcc-Fの半導体を主体とした微結晶軟磁性合金薄膜である。

[0176]この組成以外のT-X-M-Z-Q系(元素Tは、Fe、Coのうちどちらか一方あるいは両方を含む元素であり、元素Xは、S、Alの内どちらか一方あるいは両方を含む元素であり、元素Mは、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、Wから選ばれる1種または2種以上の元素であり、元素Zは、C、Nのうちどちらか一方あるいは両方を含む元素であり、Qは、Cr、Re、Ru、Rh、Ni、Pd、Pt、Auから選ばれる1種または2種以上の元素)の微結晶軟磁性合金薄膜や、Co-T-M-X-O系(元素Tは、Fe、Niのうちどちらか一方あるいは両方を含む元素であり、Qは、元素Mは、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、Si、P、C、W、B、Al、Ga、Ge、Gdと希土類元素から選ばれる1種または2種以上の元素であり、Xは、Au、Ag、Cu、Ru、Rh、Os、Ir、Pt、Pdから選ばれる1種あるいは2種以上の元素)の組成を有し、bcc-F、bcc-Fe、Co、bcc-C等からなる平均結晶粒径1.0~3.0nmの結晶相とMの融点を含む非晶質相からなり、非晶質相が組織全体の50%以上を占めている微結晶軟磁性合金薄膜や、Fe-M-O系(Mは、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Wと希土類元素から選ばれる1種あるいは2種以上の元素)の組成を有し、bcc-Fを主体とする平均結晶粒径1.0~3.0nmの結晶相とMの融点を含む非晶質相からなり、非晶質相が組織全体の50%以上を占めている微結晶軟磁性合金薄膜として、軟磁性薄膜2 2及び2 4が形成されていてもよい。

[0177]あるいは、C-O-Ta-Hf系の非晶質軟磁性合金薄膜や、Co-Zr-Nb系の非晶質軟磁性合金薄膜として、軟磁性薄膜2 2及び2 4を形成してもよい。

[0178]静磁場中熱処理、あるいは回転磁場中または無磁場中熱処理の条件は、以下の範囲である。

[0179]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0180]なお、本実施の形態では、図18のように軟磁性薄膜2 2、導電性薄膜2 3、及び軟磁性薄膜2 4が形成された後、感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3などの感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0181]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造である。[0182]静磁場中、回転磁場中、または無磁場中での熱処理は、前記軟磁性薄膜の素子長手方向に発生する形状磁気異方性と素子長手方向の磁気異方性とをほぼ拮抗させ、前記感電部の磁気異方性の方向を全体としてほぼ

等方的な状態にさせるために行われる。

[0183]すなわち、前記磁場中熱処理及び熱処理工程は、アスペクト比W/Lを小さくさせたときにおいては、アスペクト比W/Lを高く維持するために行われるのであり、单に軟磁性薄膜の素子幅方向に磁気異方性を持たせたためだけのものではない。

[0184]感電部2 5をバーナー形成し、磁場中熱処理を施した後に、図1の、感電部2 5の感電部2 6をスパッタ法、フォトリソグライフ、およびエッチングによって形成する。

[0185]感電部2 6、2 6を形成後、基板2 1を切断し、図1のよろづや個々の出気インピーダンス効果素子Mとする。

[0186]感電部2 5をバーナー形成し、その後、軟磁性薄膜3 3を軟磁性薄膜3 2と軟磁性薄膜3 4を形成して、軟磁性薄膜3 3と軟磁性薄膜3 4が素子幅Vと素子長さLの比W/L(アスペクト比)が、0.1以下になるように超長方形にバーナー形成する。

[0187]感電部2 5は、例えば、素子幅Wを1.00μm、素子長さLを6mmとして形成される。したがって、本実施の形態の磁気インピーダンス効果素子Mの感電部2 5のアスペクト比は、W/L=0.017である。

[0188]図2のような出気インピーダンス効果素子Mを製造するときは、基板2 1上に軟磁性薄膜3 2、導電性薄膜3 3をバーナー形成し、その後、軟磁性薄膜3 4を削除して、軟磁性薄膜3 3と軟磁性薄膜3 4が素子幅Vと素子長さLの比W/L(アスペクト比)が、0.1以下になるよう超長方形にバーナー形成する。

[0189]感電部2 6、2 6を形成後、基板2 1を切断し、図1のよろづや個々の出気インピーダンス効果素子Mを製造するときは、アルミニナチタンカーバーバイド、ガラス、セラミック、結晶化ガラスなどの非磁性材料からなる感電部2 1上に、軟磁性薄膜4 2、導電性薄膜4 3及び軟磁性薄膜4 4を順次スパッタ法、蒸着法或いはメッシュ法などによって成膜して、図1と同様の多層膜を形成した後、軟磁性薄膜4 4上にフォトレジストを積層する。前記フォトレジストは形成される感電部2 6と同じ形狀、同じ大きさで形成する。例えば、幅100μm、長さ6mmの略長方形形状で形成する。

[0190]次に、フッ酸、過酸化水素などを含む酸性水溶液を用いて、前記フォトレジストが溶解された多層膜にエッチング処理を施すことにより、感電部4 5をバーナー形成する。このエッチング処理により、感電部4 5を、基板2 1の表面から離れてにつれて、素子幅Vに向(X方向)寸法が徐々に短くなるもの、すなわち図3のように素子幅Vを4を順次スパッタ法、蒸着法或いはメッシュ法などによって成膜して、図1と同様の多層膜を形成した後、軟磁性薄膜4 4上にフォトレジストを積層する。前記フォトレジストは形成される感電部2 6と同じ形狀、同じ大きさで形成する。例えば、幅100μm、長さ6mmの略長方形形状で形成する。

[0191]図19において、前記フォトレジストが溶解された多層膜の範囲である。

[0192]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0193]なお、図18及び図19は、本実施の形態では、図18のように軟磁性薄膜2 2、導電性薄膜2 3及び軟磁性薄膜2 4をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3、純銀層8 4を順次積層し、導電性薄膜8 3の上に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造である。

[0194]静磁場中熱処理の条件は、図7及び図8に示された出気インピーダンス効果素子Mを製造するときには、基板2 1上に軟磁性薄膜8 1をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3、純銀層8 4を順次積層し、導電性薄膜8 3の上に軟磁性薄膜2 5が積層された多層膜である。すなわち図3のように素子幅Vと素子長さLの比W/L(アスペクト比)が、0.1以下になるよう超長方形にバーナー形成する。

[0195]図19の、感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3、純銀層8 4を順次積層する。このエッチング処理により、感電部4 5を削除して、感電部4 5と感電部4 6を形成する。このエッチング処理により、感電部4 6を削除して、感電部4 7及び感電部4 8を形成する。

[0196]また、図7及び図8に示された出気インピーダンス効果素子Mを製造するときには、基板2 1上に軟磁性薄膜8 1をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。このエッチング処理により、感電部4 5を削除して、感電部4 6を形成する。

[0197]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0198]なお、図8において、前記エッチング処理を繰り返してもよい。

[0199]図19では、本実施の形態では、感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。このエッチング処理により、感電部4 5を削除して、感電部4 6を形成する。

[0200]図19の、感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。このエッチング処理により、感電部4 5を削除して、感電部4 6を形成する。

[0201]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0202]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0203]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0204]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0205]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0206]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0207]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0208]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0209]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0210]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0211]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0212]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0213]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0214]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0215]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0216]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0217]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0218]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0219]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0220]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0221]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0222]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0223]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0224]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0225]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0226]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0227]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0228]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0229]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0230]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0231]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0232]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0233]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0234]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0235]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0236]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0237]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0238]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0239]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0240]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0241]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0242]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0243]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0244]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0245]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0246]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0247]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0248]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0249]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0250]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0251]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0252]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0253]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0254]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0255]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0256]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0257]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0258]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0259]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0260]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0261]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0262]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0263]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0264]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0265]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0266]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0267]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0268]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0269]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0270]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0271]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0272]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0273]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0274]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0275]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0276]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄膜2 3の上下に軟磁性薄膜2 2と軟磁性薄膜2 4が積層された構造であるが、軟磁性薄膜2 4上にさらに導電性薄膜8 7、8 7を形成すればよい。

[0277]静磁場中熱処理の条件は、図19のように感電部2 5をバーナー形成した後、純銀層8 2、導電性薄膜8 3及び軟磁性薄膜8 4を順次積層する。

[0278]静磁場強度:0~7.9000(A/m)  
熱處理温度:540~675(°C)  
熱處理時間:20~30(分)  
昇温レート:1.0~1.4(°C/分)

[0279]なお、図19では、磁気インピーダンス効果素子の感電部2 5は、導電性薄

5、55、67、74、86を形成した後、磁出部3  
5、4、55、67、74、86の素子幅方向に静磁  
場をかける。

[0119] なお、磁出部3 5、45、55、67、74、  
4、86に含まれる軟磁性鋼板を成形するときには、磁  
部の素子幅方向となる方に静磁場をかけてよい。こ  
のように磁場中成形を行なったときには、成形後の静磁  
場中熱処理の工程を省略することが可能である。また  
は、磁場中成形後に、静磁場中熱処理の代りに回転磁場  
中、または無磁場中熱処理を行なつてもよい。

[0200] また、磁出部2 5、35、45、55、6  
7、74、86をU字型もしくはつづら折れ状にバタ  
ン形としてもよい。磁出部2 5、35、45、55、6  
7、74、86がU字型、つづら折れ状に形成される場  
合には、磁出部2 5、35、45、55、67、74、  
86の素子長手方向を向いた部位の長さの総和が素子長  
さよりもなる。磁出部2 5、35、45、55、67、7  
4、86がU字型やつづら折れ形状で形成されてい  
るときは、磁出部2 5、35、45、55、67、74、  
86の中のもっとも長い直線部分の総長方向が素子長方  
向となり、この方向が駆動交流電流によって発生する磁  
界の屈曲方向に対して垂直な方向に一致する。

[0201] 磁出部2 5、35、45、55、67、7  
4、86は、例えば、素子幅Wを0.10mm、素子長  
さを6mmとして形成される。このとき、磁気インピ  
ーダンス効果素子の磁出部2 5、35、45、55、6  
7、74、86のアスペクト比は、W/L=0.17  
である。

[0202] このとき、磁気インピーダンス効果素子の  
形成後、磁出部2 5、35、45、55、67、74、  
8 6の素子長手方向に、駆動交流電流を与えた外部磁  
界を印加したときに、磁出部2 5、35、45、55、  
67、74、86の両端からの出力電圧を最大とする外  
部磁界の大きさの絶対値は、400 (A/m) 以下にな  
る。

[0203] 磁出部2 5、35、45、55、67、7  
4、8 6の成形を、静磁場中で行わせることにより、磁  
出部2 5、35、45、55、67、74、8 6に含まれ  
る軟磁性鋼板の、素子長手方向 (X方向) の形状磁性  
異方性エネルギーと素子幅方向 (Y方向) の形状磁性  
エネルギーとをほぼつり合わせることができる。  
まことに、R.Fマグネットロジンスバッタ装置を用  
いたときに、駆動交流電流を与えた場合に、基板保  
持部1 0 6を回転させ続けることができる。

[0213] なお、磁場中成形を行なう場合には、基板  
保持部1 0 6を換えて、成形中の軟磁性鋼板に静磁場を  
かけるための鉛石を設置する。前鉛石は、例えば、S  
m-Cなどの硬質性材料または電磁石などによって構  
成されている。

[0214] なお、スバッタ装置としては、図2 0 1に示  
すようなRFマグネットロジンスバッタ装置1 0 1以外に、  
RF 2 様スバッタ装置、RF 3 様スバッタ装置、イオン

たRFマグネットロジンスバッタ装置の内部構造を示す構成  
図である。

[0205] 図2 0 1に示されるように、マグネットロジンス  
バッタ装置1 0 1のチャignerバー1 0 2内には、ターゲット  
ト1 0 3、1 0 4を取り付けるための電極部1 0 5と、  
ターゲット1 0 3、1 0 4と対向する位置に、基板保持  
部1 0 6とが駆けられている。なお基板保持部1 0 6上  
には、基板2 1が置かれている。

[0206] ターゲット1 0 3は軟磁性材料、ターゲット  
ト1 0 4は導電性材料からならない。また、ターゲット  
ト1 0 3とターゲット1 0 4の間にには遮蔽板1 0 7が設  
けられている。

[0207] 露天部1 0 5内には、放電用鉛石(図示せ  
ず)が駆けられており、この放電用鉛石から発生する磁  
場によって、ターゲット1 0 3、1 0 4の表面には、エ  
ロージョン痕跡(図示しない)が形成される。  
[0208] また、チャンバー1 0 2には、ガス導入口  
1 0 8と、ガス導氣口1 0 9が想けられており、ガス  
導入口1 0 8からAr (アルゴン) ガスが導入される。  
[0209] 露天部1 0 5に、高周波電源 (RF電源)  
1 1 0から高周波が印加されることにより、電場と磁  
場の相互作用により、マグネットロン放電が発生し、ター  
ゲット1 0 3及び1 0 4がスバッタされる。

[0210] 両頭が積層される基板2 1が軟磁性材料か  
らなるターゲット1 0 3の下の領域Aにあらきには、  
軟磁性鋼板が成形され、導電性材料からなるターゲット  
1 0 4の下の領域Bにあらきには、導電性鋼板が成形  
される。

[0211] まず、軟磁性材料からなるターゲット1 0  
3の下の領域Aに基板2 1を配置する。基板保持部1 0  
6は、矢印D方向に回転している。基板保持部1 0 6が回  
転することによって、基板2 1上に軟磁性鋼板2 4が成  
形されながら、基板2 1が非磁性材料からなるターゲット  
1 0 4の下の領域Bに移動し、軟磁性鋼板2 4上に導  
電性鋼板2 3が成形される。基板保持部1 0 6はさらに  
回転し続ける。基板2 1は再びターゲット1 0 3の下の  
領域Aに配置し、導電性鋼板2 3上に軟磁性鋼板2 4が  
成形され、図1 8の状態になる。

[0212] さらに、R.Fマグネットロジンスバッタ装置を  
稼動し続けることにより、導電性鋼板2 4を回転させ続ける  
ことができる。

[0213] なお、磁場中成形を行なう場合には、基板  
保持部1 0 6を換えて、成形中の軟磁性鋼板に静磁場を  
かけるための鉛石を設置する。前鉛石は、例えば、S  
m-Cなどの硬質性材料または電磁石などによって構  
成されている。

[0214] なお、スバッタ装置としては、図2 0 1に示  
すようなRFマグネットロジンスバッタ装置1 0 1以外に、  
RF 2 様スバッタ装置、RF 3 様スバッタ装置、イオン

ビームスバッタ装置、または対向ターゲット式スバッタ  
装置など既存のものを任意に使用してよい。

[0215] また、本発明における軟磁性鋼板、導電性  
鋼板の成形方法には、スバッタ法の他に蒸着法、MBE  
(モレキュラービーム-エビタシィ) 法、ICB  
(イオン-クラスター-ビーム) 法またはメッシュ法など  
を使用してもよい。

[0216] また、露天部2 5を、軟磁性鋼板を用いて  
形成する場合には、例えば、図2 1に示す液体急冷装置  
Cを用いる。

[0217] まず、Fe-Co-Si-B系の軟磁性材  
料が、石英からなるノズル1 1 1に投入され、ノズル1  
1 1の周囲に駆けられたヒータ1 1 2により加熱され、  
溶融される。この融溶金1 1 3をノズルの上部から加  
えられた圧力により高速回転している冷却ロール1 1 4  
上に射出させて接着急冷することにより、軟磁性鋼板1  
1 6を形成する。

[0218] また、チャンバー1 0 2には、ガス導入口  
1 0 8と、ガス導氣口1 0 9が想けられており、ガス  
導入口1 0 8からAr (アルゴン) ガスが導入される。  
[0219] 次に、基板上に剛正面記載軟性鋼板1 1  
5を素子幅Wと等しい長さの導電性鋼板1 1  
5の少なくとも1枚以上接着接合して、磁場と磁  
場の相互作用により形成する。

[0220] 1 1 5を剛正面記載軟性鋼板1 1 5を素子幅Wと素  
子長さLと比 (アスペクト比) W/Lが、0.1以下に  
なるように、端面形に切削する。この軟磁性鋼板1 1  
5が剛正面に接する部分の導電性鋼板1 1  
5の少なくとも1枚以上に、導電性鋼板を、スバッタ、  
溶接などの方法により形成する。

[0221] 図2 2から図2 5は、図1の磁気インピ  
ーダンス効果素子の露天部2 5の軟磁性鋼板2 4をカ  
ムラ無光面鏡によって観察し、写真撮影したもの  
である。

[0222] 図2 2は、露天部2 5を素子長手方向 (X  
方向) の長さL=2 mm、素子幅方向 (Y方向) の長さ  
W=1 0 0 μm、すなわちアスペクト比W/L=0.0  
5として形成したものの軟磁性鋼板2 4の露天部構造を示す。  
[0223] 図2 2から図2 5では、図1の磁気インピ  
ーダンス効果素子の露天部2 5の軟磁性鋼板2 4をカ  
ムラ無光面鏡によって観察し、写真撮影したもの  
である。

[0224] 図2 2は、露天部2 5を素子長手方向 (X  
方向) の長さL=2 mm、素子幅方向 (Y方向) の長さ  
W=1 0 0 μm、すなわちアスペクト比W/L=0.0  
5として形成したものの軟磁性鋼板2 4の露天部構造を示す。  
[0225] 図2 2及び図2 7は、図1に示された磁イ  
ンピーダンス効果素子を用いて、磁気インピーダンス効  
果特性を測定した結果を示すグラフである。

[0226] 図2 6の磁気インピーダンス効果素子Mの  
露天部2 4の露天部構造を示したが、最下層の軟磁性  
鋼板2 2も同様の露天部構造を示した。

[0227] 図2 2から図2 5のいずれの露天部  
F o A I S I H f C R U系の組成を有し、b o o -  
F oの始端部を主体とした露天部軟性鋼板露天部  
が配置している。

[0228] すなわち、露天部の露天部からその出力電圧を最大に  
させる外部磁界の大きさの絶対値も大きく、必要なハイ  
アス比界も大きくなる。

【実施例】

なっている。しかし、素子幅方向と素子長手方向の磁気  
異方性エネルギーがつり合って、磁気異方性の方向が全  
体としてほぼ等方的な状態になっている。

[0225] つまり、図2 2から図2 4に示されたはず  
の軟磁性鋼板2 4においても、磁気モーメントはある。  
この軟磁性鋼板2 4においても、交説電流によって励磁され  
たときに磁気モーメントの方向を変化せやすくなつて  
いる。すなわち、露天部2 5の素子幅方向の透磁率は、  
増加しており、磁気インピーダンス効果素子の透磁率は  
減少している。また、露天部の大きさの絶対値を  
増加しておき、磁気インピーダンス効果素子の透磁率は  
減少している。

[0226] 図2 5は、露天部を素子長手方向 (X方  
向) の長さL=4 mm、素子幅方向 (Y方向) の長さW  
=500 μm、すなわちアスペクト比W/L=0.1 2  
として形成したもののが露天部2 4の露天部構造を示す  
。すなわち、露天部2 5の素子幅方向の透磁率は、  
増加しておきくなっている。また、露天部の大きさの絶対値を  
増加しておき、磁気インピーダンス効果素子の透磁率は  
減少している。

[0227] 図2 6は、露天部に磁場を最大にさせる  
出力電圧を最大にさせる外部磁界の大きさの絶対値を  
小さくすることができる。露天部2 5の露天部構造を  
を小さくできる。

[0228] 図2 7は、露天部を素子長手方向 (X方  
向) の長さL=4 mm、素子幅方向 (Y方向) の長さW  
=500 μm、すなわちアスペクト比W/L=0.1 2  
として形成しておき、磁気インピーダンス効果素子の透  
磁率は、露天部2 5の露天部構造を示す。すなわち、露  
天部2 5の露天部構造を示す。

[0229] なお、図2 2から図2 5のいずれの露天部  
F o A I S I H f C R U系の組成を有し、b o o -  
F oの始端部を主体とした露天部軟性鋼板露天部  
が配置している。

[0230] すなわち、露天部の露天部からその出力電圧を最大に  
させる外部磁界の大きさの絶対値は4 μmで形成されてい  
る。また、露天部の露天部からその出力電圧を最大に  
させる外部磁界の大きさの絶対値も大きく、必要なハイ  
アス比界も大きくなる。

[0231] すなわち、露天部2 5の露天部構造を示す。

[0232] 図2 6の磁気インピーダンス効果素子Mの  
露天部2 4の露天部構造を示したが、最下層の露天部  
F o A I S I H f C R U系の組成を有し、b o o -  
F oの露天部H e xを、磁気インピーダンス効  
果特性を測定した結果を示すグラフである。

[0233] 図2 6から図2 5では、図1の磁気  
インピーダンス効果素子の露天部2 5の露天部構造を示す。  
[0234] 図2 6及び図2 7は、図1に示された磁イ  
ンピーダンス効果素子を用いて、磁気インピーダンス効  
果特性を測定した結果を示すグラフである。

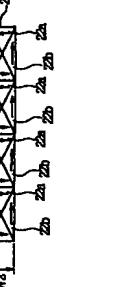
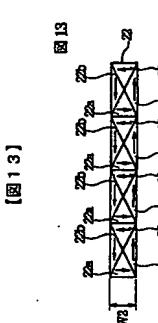
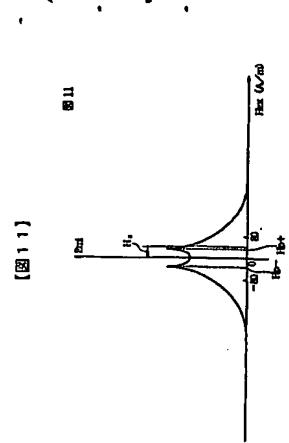
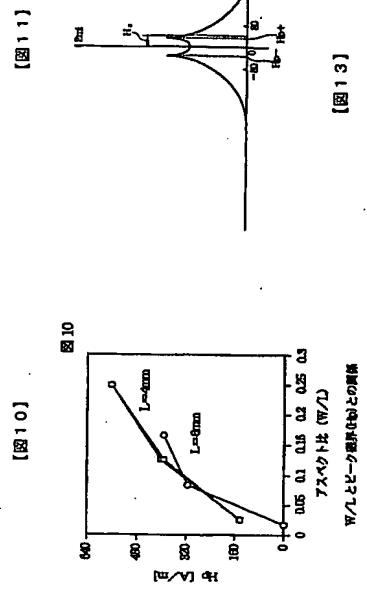
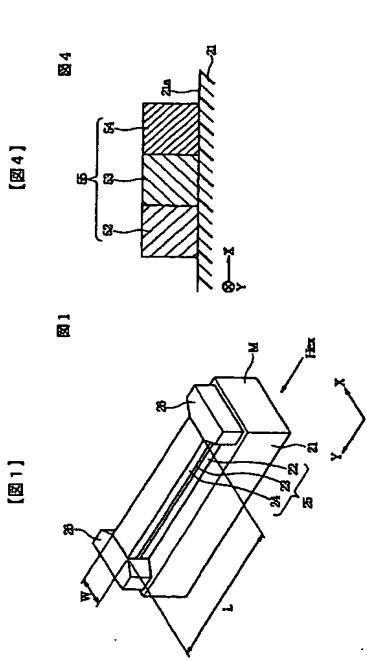
[0235] すなわち、露天部の露天部からその出力電圧を最大に  
させる外部磁界の大きさの絶対値は4 μmで形成されてい  
る。

[0236] すなわち、露天部2 5の露天部構造を示す。

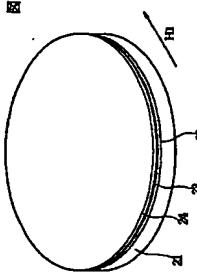
[0237] 図2 6及び図2 7は、図1に示された磁イ  
ンピーダンス効果素子を用いて、磁気インピーダンス効  
果特性を測定した結果を示すグラフである。

【実施例】

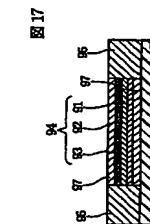




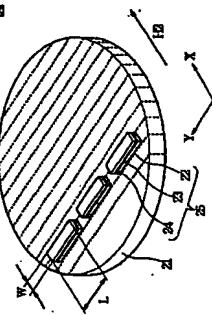
[図15]



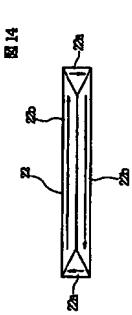
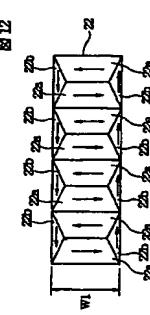
[図17]



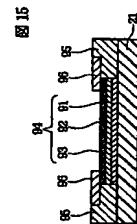
[図19]



W=10.0mm  
L=2mm  
W/L=5.0  
Th=4.0mm

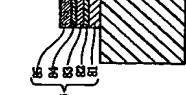
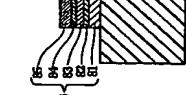
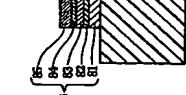
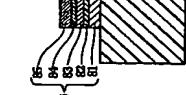
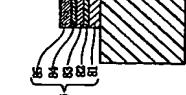
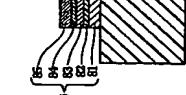
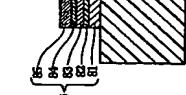
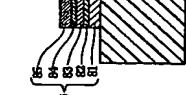
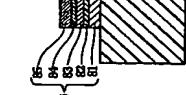
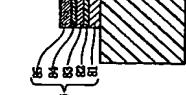
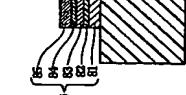
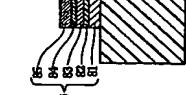
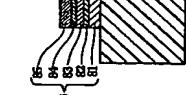
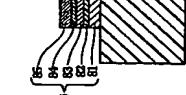
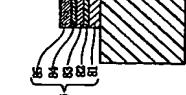
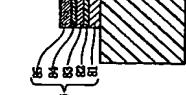
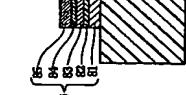
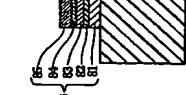
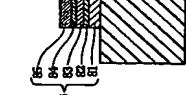
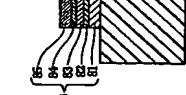
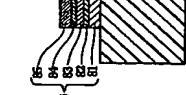
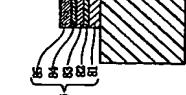
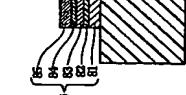
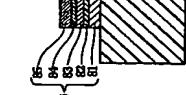
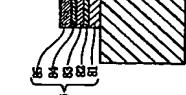
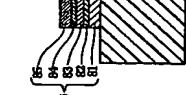
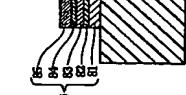
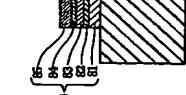
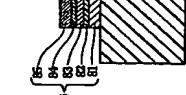
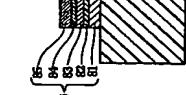
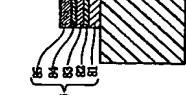
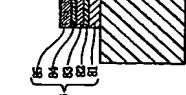
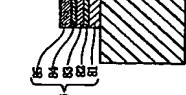
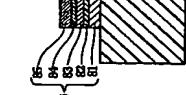
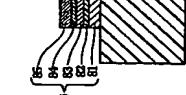
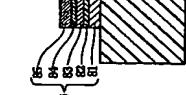
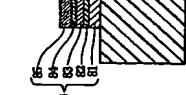
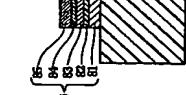
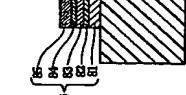
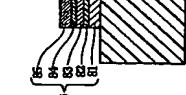
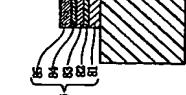
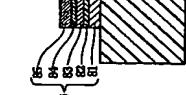
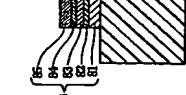
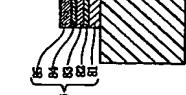
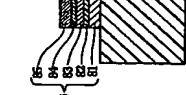
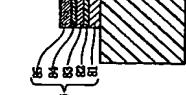
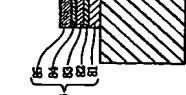
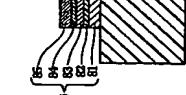
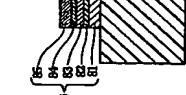
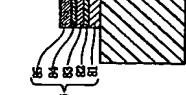
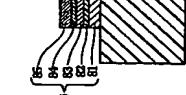
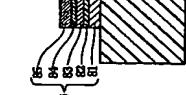
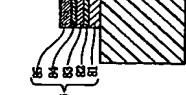
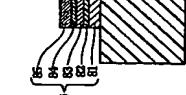
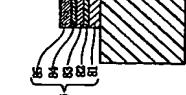
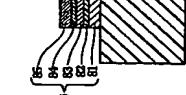
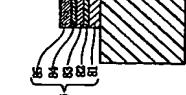
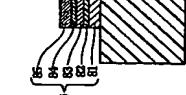
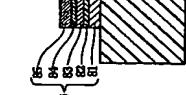
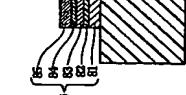
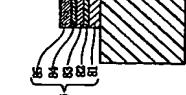
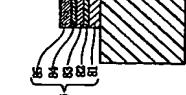
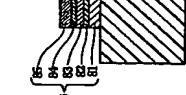
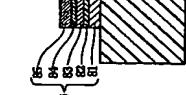
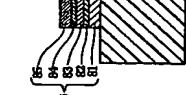
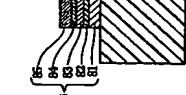
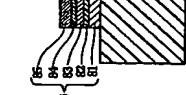
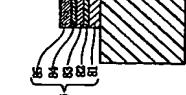
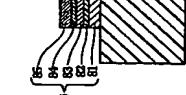
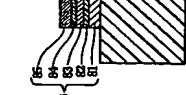
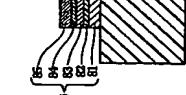
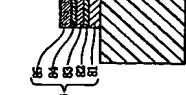
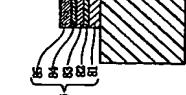
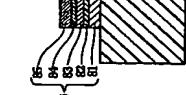
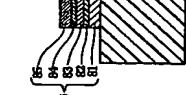
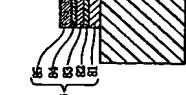
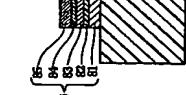
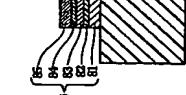
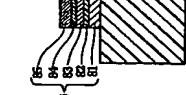
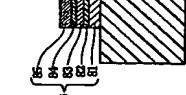
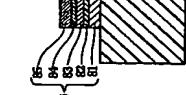
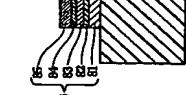
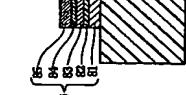
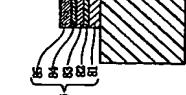
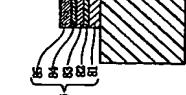
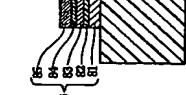
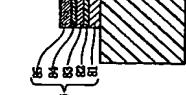
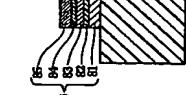
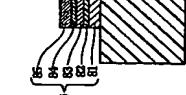
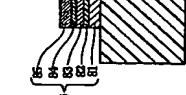
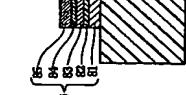
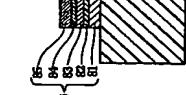
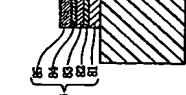
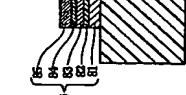
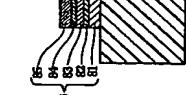
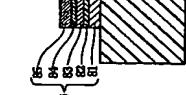
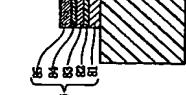
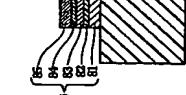
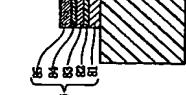
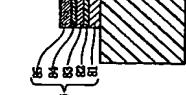
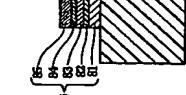
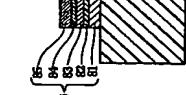
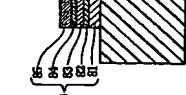
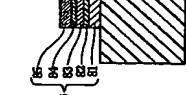
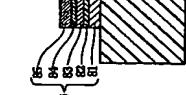
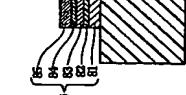
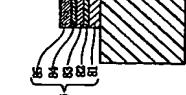
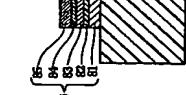
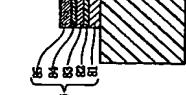
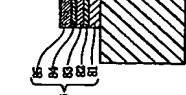
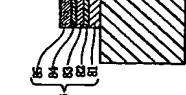
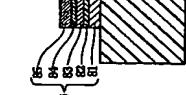
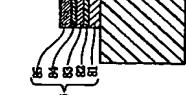
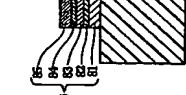
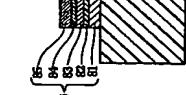
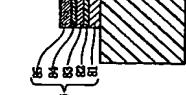
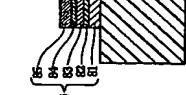
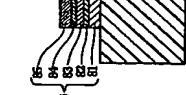
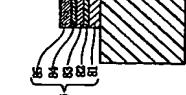
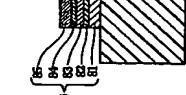
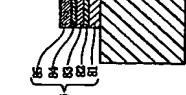
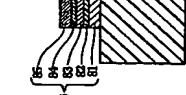
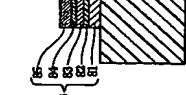
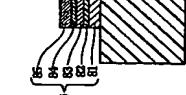
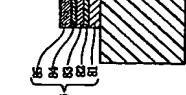
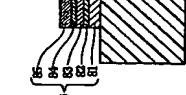
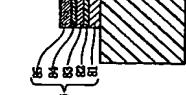
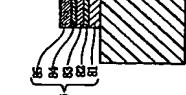
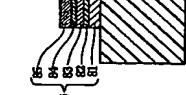
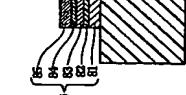
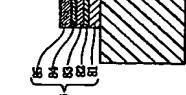
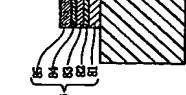
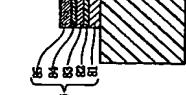
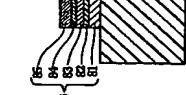
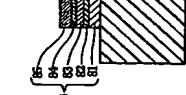
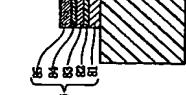
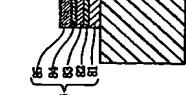
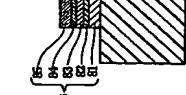
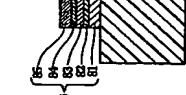
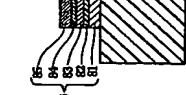
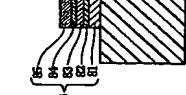
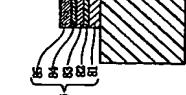
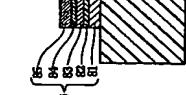
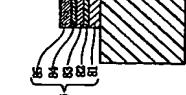
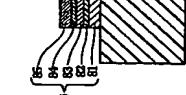
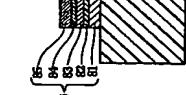
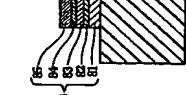
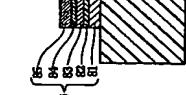
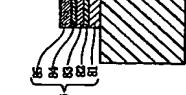
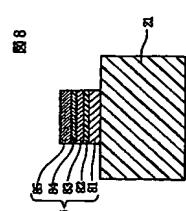
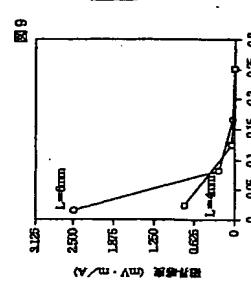


W=10.0mm  
L=2mm  
W/L=5.0  
Th=4.0mm

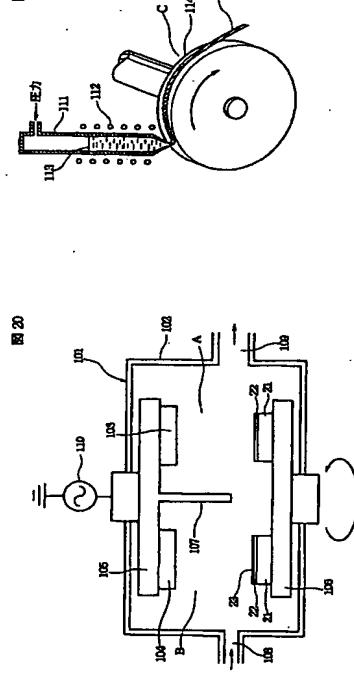


[図15]

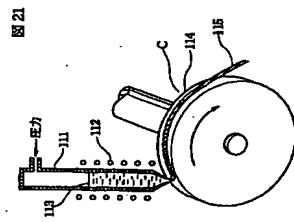
[図16]



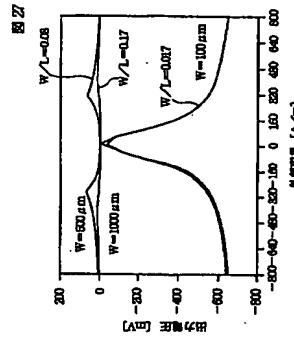
[図20]



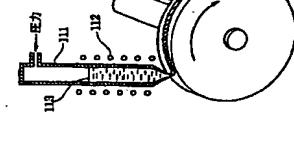
[図21]



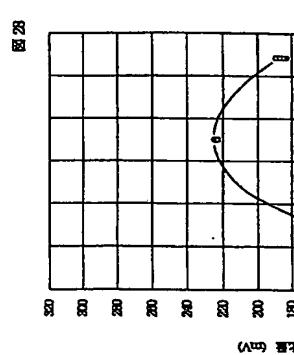
[図22]



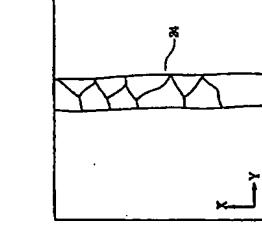
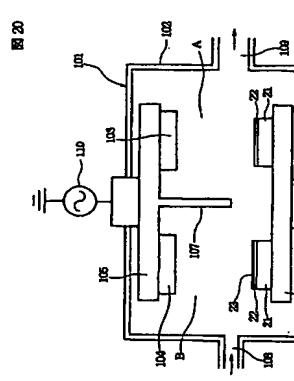
[図23]



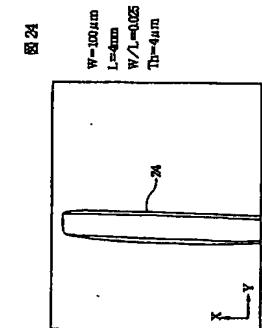
[図24]



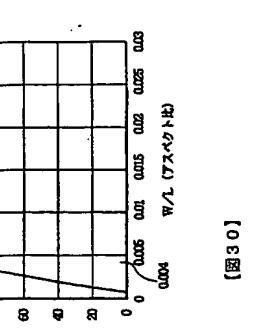
[図25]



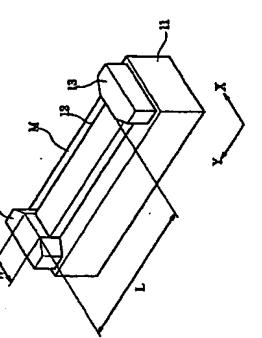
[図26]



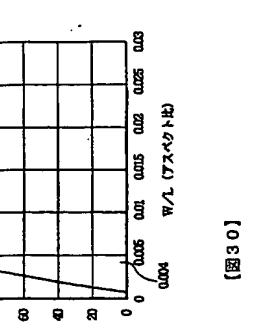
[図27]



[図28]



[図29]



[図30]

